

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Návrh úpravy křižovatky Bílovecká – Opavská – Jelení ve Fulneku
Proposal for Modification of the Intersection Bilovecka – Opavska – Jeleni in Fulnek City

Student:

Bc. Lukáš Divín

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Divín**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby

Téma: **Návrh úpravy křižovatky Bílovecká - Opavská - Jelení ve Fulneku**
Proposal for Modification of the Intersection Bilovecka - Opavska -
Jeleni in Fulnek-City

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Bílovecká - Opavská - Jelení ve Fulneku a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýzu dopravní nehodovosti, videoanalýzu konfliktních situací atp.). Budou provedeny potřebné kapacitní výpočty (současného i výhledového stavu), návrhy úprav zadané křižovatky (vč. výkresové dokumentace) a simulační modely v programu PTV VISSIM.

Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9.

TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.

TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01.

TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8.

ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* (vč. změn)

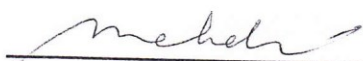
Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 27.02.2015

Datum odevzdání: 30.11.2015

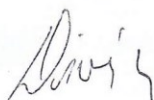


doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Originál zadání převzal



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домии, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Anotace (česky):

Bc. Divín, Lukáš. *Návrh úpravy křižovatky Bílovecká – Opavská – Jelení ve Fulneku*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 2015. Vedoucí práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Cílem práce je analyzovat silniční provoz na křižovatce Bílovecká – Opavská – Jelení ve Fulneku a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti.

Diplomová práce obsahuje analýzu současného stavu a popis křižovatky. Je zaměřena na dopravní průzkum, který je důkladně zpracován a následně vyhodnocen. Obsahem vyhodnocení je výpočet všech druhů intenzit dopravy a kapacitní výpočet křižovatky. Součástí práce je také analýza dopravní nehodovosti a videoanalýza konfliktních situací. Jsou navrženy tři nové návrhové stavy a jejich kapacitní výpočty. Stávající stav a vybraná varianta je nasimulována v programu PTV VISSIM. Počet stran textu je 39, počet výkresů je 14

Annotation (English):

The aim of thesis is to analyse the road traffic at crossroad of streets Bilovecka – Opavska – Jeleni in Fulnek and to propose the necessary measures for improving the free flow and safety of traffic.

The thesis includes in-depth analysis of status quo and description of the crossroad. Its main theme is the thorough elaboration and evaluation of traffic survey. The evaluation focuses on calculation of all the types of traffic intensity and the capacity of the crossroad. The thesis also consist of analysis of accident rate and video analysis of traffic conflict situations. New proposed states are designed and their capacity calculations are performed. Simulations of the current state as well as one of the new proposed states were carried out using PTV VISSIM software. Number of text pages 39, number of drawings 14.

Obsah:

1.	ÚVOD	1
2.	POPIS KŘÍŽOVATKY	2
2.1	Základní charakteristika	2
2.2	Širší dopravní vztahy	4
2.2.1	Nákladní doprava	4
2.2.2	Pěší a cyklistická doprava	4
2.2.3	Dálková autobusová doprava	5
2.3	Zpracování výsledků dopravního průzkumu	5
2.3.1	Vlastní dopravní průzkum	5
2.3.2	Přepočet na denní intenzitu běžného pracovního dne	8
2.3.3	Přepočet na týdenní průměr denních intenzit	9
2.3.4	Přepočet na roční průměr denních intenzit	11
2.3.5	Stanovení intenzity dopravy ve špičkové hodině	14
2.3.6	Stanovení denní intenzity cyklistické dopravy	16
3.	VÝHLEDOVÉ INTENZITY DOPRAVY	17
3.1	Roční průměr denních intenzit v roce 2035	18
3.2	Špičková hodina v roce 2035	19
4.	KAPACITA NEŘÍZENÉ ÚROVŇOVÉ KŘÍŽOVATKY	20
5.	ANALÝZY NA ŘEŠENÉ KŘÍŽOVATCE	23
5.1	Analýza dopravní nehodovosti	23
5.2	Relativní nehodovost	24
5.3	Videoanalýza konfliktních situací	25
5.3.1	Výsledky analýzy konfliktních situací	27
5.3.2	Schéma konfliktních situací	28
6.	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ NA KŘÍŽOVATCE A VYHODNOCENÍ	29
6.1	Varianta A – Návrh SSZ	29

6.1.1	Návrh geometrie	29
6.1.2	Kapacitní výpočet pro křižovatku řízenou SSZ	30
6.2	Varianta B – okružní křižovatka.....	33
6.2.1	Návrh geometrie	33
6.2.2	Kapacitní posouzení okružní křižovatky	35
6.3	Varianta C – okružní křižovatka.....	35
6.3.1	Návrh geometrie	35
6.3.2	Kapacitní posouzení okružní křižovatky	37
6.4	Multikriteriální hodnocení variant	37
7.	SIMULAČNÍ MODEL Y V PROGRAMU PTV VISSIM	39
7.1	Ukázky simulací křižovatky	39
8.	ZÁVĚR.....	41
	Seznam použité literatury	43
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	44
	Seznam příloh.....	45
	Seznam výkresů.....	45

Seznam použitých zkratk:

a_v	stupeň vytížení [-]
C	reálná délka cyklu [s]
C_n	kapacita jízdního pruhu n- tého dopravního proudu [pvoz/h]
G_n	základní kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
I_d	denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]
I_H	příslušný nadřazený dopravní proud [voz/h]
I_m	intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
I_n	intenzita dopravního proudu [pvoz/h]
I_p	přepočtená intenzita dopravního proudu [voz/h]
I_{sh}	intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]
I_t	týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
I_{24}	intenzita dopravního proudu [voz/24h]
I_{2015}	intenzita vozidel v roce 2015 [voz/h]
I_{2035}	výhledová intenzita vozidel v roce 2035 [voz/h]
K	kapacita vjezdu [pvoz/h]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzity dopravy) [-]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy týdně průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [-]
k_{2035}	přepočtový koeficient jednotného růstu [-]
L	délka čekací fronty [m]
L_e	kapacita vjezdu [voz/h]
L_{voz}	délka vozidla [m]
$N_{95\%}$	95% - ní délka fronty [m]
P_{KS}	počet konfliktních situací za hodinu [KS.h ⁻¹]
p_x	pravděpodobnost současného nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu [-]
$p_{z,n}$	pravděpodobnost současného nevzdutí stavu dopravních proudů [-]
$p_{0,n}$	pravděpodobnost nevzdutého stavu dopravního proudu n ($n = 1,2 \dots, 12$) [-]

p_{ri}	podíl denní intenzity dopravy v měsíci i roce na ročním průměru denních intenzit dopravy [%]
Q_a	intenzita vozidel na výjezdu [voz/h]
Q_e	intenzita vozidel na vjezdu [voz/h]
Q_k	intenzita vozidel na okružním pásu mezi výjezdem a následujícím vjezdem (voz/h)
R	rezerva kapacity jízdního pruhu [pvoz/h] ,[%]
S	saturovaný tok [pvoz/h], [%]
t_b	bezpečnostní doba [s]
t_f	následná mezera [s]
t_g	kritická mezera [s]
t_m	mezičas [s]
t_n	najížděcí doba [s]
t_v	vyklizovací doba [s]
t_w	nejvyšší přípustná střední doba zdržení vozidel podle požadovaného stupně úrovně kvality dopravy [s]
t_{wn}	střední doba zdržení vozidel v dopravním proudu n , případně smíšeného dopravního proudu [s]
$v_{85\%}$	rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85 % vozidel [km/h]
α	faktor, který je dán vzdáleností vjezdu a výjezdu a zohledňuje geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti b [-]

1. ÚVOD

Dnešní vysoce rychlý rozvoj automobilové dopravy se zvyšováním intenzit vozidel na pozemních komunikacích s sebou nese potřebu nárůstu kapacity stávajících křižovatek, zlepšování úrovně kvality dopravy a s tím související snižování nehodovosti. Jednou z variant řešení těchto problémů je změna organizace a řízení na jednotlivých křižovatkách. Vhodnými dílčími úpravami lze zvýšit jak jejich stávající kapacitu, tak rovněž i bezpečnost chodců a ostatních účastníků silničního provozu na nich.

Zadání diplomové práce ukládá řešiteli provést na základě vlastního průzkumu variantní úpravy organizace a řízení na křižovatce Bílovecká – Opavská – Jelení ve Fulneku. V diplomové práci budou předloženy, návrh křižovatky řízené světelně signalizačním zařízením a dvě varianty přestavby stávající průsečné křižovatky na okružní. Navržené úpravy budou podloženy kapacitními výpočty.

Součástí diplomové práce je dále sledování dopravní nehodovosti ve zkoumané oblasti, která bude doplněna rozбором konfliktních situací s využitím Folprechtovy videoanalýzy. Cílem práce je výběr nejvhodnějšího způsobu úpravy sledované křižovatky a jeho následná prezentace v programu PTV VISSIM.

V úvodní části se bude diplomová práce věnovat podrobnému popisu zájmového území, rozboru širších dopravních vztahů a současně i zpracování výsledků vlastního dopravního průzkumu.

Následně se bude zabývat analýzou dopravní nehodovosti a rozбором konfliktních situací s využitím Folprechtovy videoanalýzy.

Dále budou v diplomové práci předloženy jednotlivé dílčí návrhy úprav křižovatky a to včetně kapacitních výpočtů.

V další části budou jednotlivé navrhované úpravy, jejich klady a zápory, posouzení a bude vybrána pro sledovanou lokalitu nejvhodnější varianta.

Poslední část diplomové práce se věnuje závěrům a celkovému zhodnocení navrhovaných řešení.

2. POPIS KŘIŽOVATKY

2.1 Základní charakteristika

Řešená křižovatka Bílovecká – Opavská – Jelení se nachází ve Fulneku v okrese Nový Jičín. Křižují se zde silnice I/47 (z Ostravy na Odry) a silnice III/04739 (z Opavy na Nový Jičín). Křižovatka se nachází jižním začátkem města Fulnek mezi ulicemi Opavská a Jelení. V její bezprostřední blízkosti se nachází průmyslový areál firmy BETRIM s.r.o. a autoopravna SKS Autoservis s.r.o.

V minulosti byla křižovatka poměrně vytíženou, jelikož se zde protínaly dvě významné silnice I. Třídy. Jednalo se o silnice I/57 ve směru na Opavu a I/47 na Ostravu. V roce 2009 se otevřela dálnice D1 úsek Hranice – Ostrava a původní silnice I/57 se změnila na silnici III/04739, jelikož okolo města Fulnek vznikl nový obchvat v rámci projektu dálnice D1, který snížil intenzity provozu na řešené křižovatce.



Obr. 1 – Silniční síť zájmové lokality

Z hlediska urbanisticky – dopravní funkce a dopravního významu lze komunikacím na sledovaném území dle ČSN 73 6110 [1] přisoudit následující zatřídění do funkčních skupin:

- ul. Bílovecká – komunikace sběrná, s funkcí dopravně-obslužnou,
- ul. Opavská – komunikace obslužná, s funkcí obslužnou,
- ul. Jelení - komunikace obslužná, s funkcí obslužnou.

Šířkové kategorie komunikací v úsecích mimo souvisle zastavěná území jsou dle ČSN 73 6101 [2]:

- ul. Bílovecká – komunikace sběrná, MS2c 14/12/50
- ul. Opavská – komunikace obslužná, MO2 10/8/50
- ul. Jelení - komunikace obslužná, s funkcí obslužnou. MO2 15/12/50

MK Bílovecká (od ulice Říční)

Jedná se o dvoupruhovou MK, která pokračuje dále do centra města od Ostravy. Dle ČSN 73 6110 [1] se jedná o MS2c 14/12/50. Šířka jízdních pruhů činí 3,5 m a šířka vodícího proužku je 0,25 m. Po obou stranách ulice je zpevněná krajnice v šířce 2 m. Příčný sklon MK je dle orientačního posouzení 2 %. Podélný sklon dle orientačního posouzení činí 0,5 % v místě řešené oblasti. Odvodnění komunikace je provedeno do stávající kanalizační sítě.

MK Opavská (od ulice Jelení)

Jedná se o dvoupruhovou MK, která se napojuje na ulici Jelení přes řešenou křižovatku. Dle ČSN 73 6110 [1] se jedná o MO2 10/8/50. Šířka jízdních pruhů činí 3,5 m a šířka vodícího proužku je 0,25 m. Příčný sklon MK je dle orientačního posouzení 2 %. Podélný sklon dle orientačního posouzení činí 0,5 % v místě řešené oblasti. Odvodnění komunikace je provedeno do stávající kanalizační sítě.

MK Jelení (od ulice Opavská)

Jedná se o dvoupruhovou MK, která se napojuje na ulici Jelení přes řešenou křižovatku. Dle ČSN 73 6110 [1] se jedná o MO2 15/8/50. Šířka jízdních pruhů činí 3,5 m a šířka vodícího proužku je 0,25 m. Příčný sklon MK je dle orientačního posouzení 2 %.

Podélný sklon dle orientačního posouzení činí 0,5 % v místě řešené oblasti. Odvodnění komunikace je provedeno do stávající kanalizační sítě.



Obr. 2 – Letecký pohled na křižovatku

2.2 Širší dopravní vztahy

2.2.1 Nákladní doprava

Významnější zdroje a cíle nákladní silniční dopravy jsou situovány především na ulici Nádražní a Pekařská, která není součástí řešené křižovatky. Největší množství nákladních vozidel projíždí dle vlastního dopravního průzkumu (viz příloha č. 1) po MK Bílovecká (v obou směrech). Ostatní zdroje a cíle nákladní dopravy jsou rozptýleny a provoz ovlivňují jen minimálně.

2.2.2 Pěší a cyklistická doprava

Řešená křižovatka se nachází v méně atraktivní oblasti z hlediska pěší a cyklistické dopravy. Vycházíme z vlastního dopravního průzkumu (viz příloha č. 3), podle kterého je provoz chodců na přechodech minimální. Stávající přechody pro chodce jsou na ramenech A, B a odbočných ramenech C, D (viz obr. 2). Přechody na všech ramenech jsou

dle ČSN 73 6110 [1] nevyhovující a vyžadují úpravy. Pro cyklistickou dopravu není křižovatka upravena a cyklisté využívají prostor MK.

2.2.3 Dálková autobusová doprava

Na MK Bílovecká, Opavská a Jelení projíždí v nepravidelných časových intervalech vozidla dálkové autobusové dopravy. V oblasti křižovatky se nenachází žádná autobusová zastávka.

2.3 Zpracování výsledků dopravního průzkumu

Výpočet kapacity křižovatky vychází pouze z výsledků vlastního dopravního průzkumu.

2.3.1 Vlastní dopravní průzkum

Pro zjištění aktuální hodnoty intenzity dopravy jsem provedl vlastní dopravní průzkum na sledované křižovatce dne 20. 5. 2015 v časovém intervalu od 6:30 do 8:30 h a od 15:30 do 17:30 h dle doporučení TP 189 [2]. V této době v dané lokalitě neprobíhala žádná oprava ani uzavěra, nestala se zde žádná dopravní nehoda a nevedla tudy žádná objízdná trasa. Provoz nebyl ničím omezen či ovlivněn. Výsledky vlastního dopravního průzkumu jsou uvedeny v příloze č. 1. Obr. č. 3 znázorňuje označení jednotlivých ramen křižovatky.



Obr. 3 – Značení ramen křižovatky pro dopravní průzkum

Dopravní průzkum týkající se intenzity chodců na jednotlivých ramenech řešené křižovatky v 15-ti minutových intervalech je popsán v příloze č. 3.

Z dopravního průzkumu je zřejmé, že intenzita chodců na jednotlivých ramenech řešené křižovatky je minimální. Cyklistická doprava je vedena v prostoru MK. Intenzita cyklistů na křižovatce je minimální (viz příloha č. 2).

Tabulka č. 1 – Celkový počet vozidel vjíždějících do křižovatky v době od 6:30 do 8:30 h a od 15:30 do 17:30 h, (lehké nákladní automobily LN a střední a těžké automobily STN uvedené v příloze č. 1 byly zařazeny dále ve výpočtu do společné skupiny N)

Z ramene	Do ramene	O	N	A	M	Vozidel celkem
A	D	95	28	7	0	130
	B	457	107	2	3	569
	C	37	5	0	0	42
Suma vozidel		589	140	9	3	741
Z ramene	Do ramene	O	N	A	M	Vozidel celkem
B	C	197	61	1	0	259
	A	457	105	2	3	567
	D	68	16	2	2	88
Suma vozidel		722	182	5	5	914

Z ramene	Do ramene	O	N	A	M	Vozidel celkem
C	A	44	5	0	0	49
	D	45	3	6	0	54
	B	181	45	0	1	227
Suma vozidel		270	53	6	1	330
Z ramene	Do ramene	O	N	A	M	Vozidel celkem
D	B	44	9	1	1	55
	C	34	7	6	0	47
	A	118	21	6	2	147
Suma vozidel		196	37	13	3	249

Tabulka č. 2 – Celkový počet cyklistů vjíždějících do křižovatky v době od 6:30 do 8:30 h a od 15:30 do 17:30 h

Z ramene	Do ramene	C	cyklistů celkem
A	D	0	0
	B	3	3
	C	4	4
Suma cyklistů		7	7
Z ramene	Do ramene	C	cyklistů celkem
B	C	3	3
	A	0	0
	D	0	0
Suma cyklistů		3	3
Z ramene	Do ramene	C	cyklistů celkem
C	A	1	1
	D	2	2
	B	9	9
Suma cyklistů		12	12
Z ramene	Do ramene	C	cyklistů celkem
D	B	0	0
	C	5	5
	A	2	2
Suma cyklistů		7	7

Vzorový výpočet pro vozidla směřující z ramene A do jednotlivých ramen D, B, C. Zbývající tři vjezdy se vypočítají analogicky.

2.3.2 Přepočet na denní intenzitu běžného pracovního dne

Na základě celkového počtu vozidel vjíždějících z jednotlivých ramen do křižovatky (viz tabulka č. 1) provedeme přepočet pro jednotlivé druhy vozidel na denní intenzitu běžného pracovního dne dle TP 189 [2].

Z ramene A do ramene D

Na základě přílohy z TP 189 [2] určíme koeficienty denních variací v závislosti na charakteru provozu a době průzkumu:

- osobní vozidla - $k_{m,d} = 3,97$
- nákladní vozidla - $k_{m,d} = 3,18$
- autobusy - $k_{m,d} = 3,95$
- motocykly - $k_{m,d} = 6,01$
- vozidla celkem - $k_{m,d} = 3,82$

Přepočet na denní intenzitu běžného pracovního dne provedeme podle následujícího vzorce:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad /1/$$

$$I_{d,O,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 95 \cdot 3,97 = 377 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,N,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 28 \cdot 3,18 = 89 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,A,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 7 \cdot 3,95 = 28 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,M,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 6,01 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,S,D} = I_m \cdot k_{m,d} = 130 \cdot 3,82 = 497 \text{ voz / den}$$

Z ramene A do ramene B

Koeficienty denních variací zůstávají shodné jako u ramene D a analogicky provedeme výpočet intenzit pro rameno B:

$$I_{d,O,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 457 \cdot 3,97 = 1814 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,N,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 107 \cdot 3,18 = 340 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,A,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 2 \cdot 3,95 = 8 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,M,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 3 \cdot 6,01 = 18 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,S,B} = I_m \cdot k_{m,d} = 569 \cdot 3,82 = 2174 \text{ voz / den}$$

Z ramene A do ramene C

Koeficienty denních variací zůstávají shodné jako u ramene B a analogicky provedeme výpočet intenzit pro rameno C:

$$I_{d,O,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 37 \cdot 3,97 = 147 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,N,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 5 \cdot 3,18 = 16 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,A,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 3,95 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,M,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 6,01 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{d,S,C} = I_m \cdot k_{m,d} = 42 \cdot 3,82 = 160 \text{ voz / den}$$

2.3.3 Přepočet na týdenní průměr denních intenzit

Na základě přepočtu na denní intenzitu běžného pracovního dne provedeme přepočet na týdenní průměr denních intenzit. Podle přílohy z TP 189 [2] určíme přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit.

Z ramene A do ramene D

Přepočet na týdenní průměr denních intenzit (viz příloha z TP 189 [2]) provedeme podle následujícího vzorce:

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t}, \quad /2/$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} \quad /3/$$

- osobní vozidla - $p_{i,t} = 104,5$
- nákladní vozidla - $p_{i,t} = 126,1$
- autobusy - $p_{i,t} = 118,4$
- motocykly - $p_{i,t} = 94,4$
- vozidla celkem - $p_{i,t} = 109,4$

$$k_{d,t,O,D} = 0,96$$

$$k_{d,t,N,D} = 0,79$$

$$k_{d,t,A,D} = 0,84$$

$$k_{d,t,M,D} = 1,06$$

$$k_{d,t,S,D} = 0,91$$

Výpočet týdenního průměru denních intenzit pro rameno D:

$$I_{t,O,D} = I_{d,O,D} \cdot k_{d,t} = 377 \cdot 0,96 = 361 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,N,D} = I_{d,N,D} \cdot k_{d,t} = 89 \cdot 0,79 = 71 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,B,D} = I_{d,A,D} \cdot k_{d,t} = 28 \cdot 0,84 = 23 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,M,D} = I_{d,M,D} \cdot k_{d,t} = 0 \cdot 1,06 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,S,D} = I_{d,S,D} \cdot k_{d,t} = 497 \cdot 0,91 = 454 \text{ voz / den}$$

Z ramene A do ramene B

Koeficienty týdenních průměrů denních intenzit variací jsou shodné s ramenem D, analogicky provedeme výpočet s hodnotami denní intenzity během běžného pracovního dne pro rameno B.

$$I_{t,O,B} = I_{d,O,B} \cdot k_{d,t} = 1814 \cdot 0,96 = 1736 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,N,B} = I_{d,N,B} \cdot k_{d,t} = 340 \cdot 0,79 = 270 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,B,B} = I_{d,B,B} \cdot k_{d,t} = 8 \cdot 0,84 = 7 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,M,B} = I_{d,M,B} \cdot k_{d,t} = 18 \cdot 1,06 = 19 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,S,B} = I_{d,S,B} \cdot k_{d,t} = 2174 \cdot 0,91 = 1987 \text{ voz / den}$$

Z ramene A do ramene C

Koeficienty týdenních průměrů denních intenzit variací zůstávají shodné s ramenem D, analogicky provedeme výpočet s hodnotami denní intenzity během běžného pracovního dne pro rameno C.

$$I_{t,O,C} = I_{d,O,C} \cdot k_{d,t} = 147 \cdot 0,96 = 141 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,N,C} = I_{d,N,C} \cdot k_{d,t} = 16 \cdot 0,79 = 13 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,B,C} = I_{d,B,C} \cdot k_{d,t} = 0 \cdot 0,84 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,M,C} = I_{d,M,C} \cdot k_{d,t} = 0 \cdot 1,06 = 0 \text{ voz / den}$$

$$I_{t,S,C} = I_{d,S,C} \cdot k_{d,t} = 160 \cdot 0,91 = 147 \text{ voz / den}$$

2.3.4 Přepočítání na roční průměr denních intenzit

Na základě průměru denních intenzit vypočítáme roční průměr denních intenzit pro jednotlivá vozidla dle TP 189 [2]

Z ramene A do ramene D

Přepočítání na roční průměr denních intenzit provedeme podle následujícího vzorce:

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI}, \quad /4/$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r}$$

/5/

Dle přílohy č. 6 určíme hodnotu podílu denní intenzity v měsíci a roce na roční průměr denních intenzit. Dopravní průzkum proběhl v květnu a charakter provozu byl I.

- hodnota podílu denní intenzity činí pro O – $p_j^r = 103,5$
- hodnota podílu denní intenzity činí pro N – $p_j^r = 109,1$
- hodnota podílu denní intenzity činí pro B – $p_j^r = 115$
- hodnota podílu denní intenzity činí pro M – $p_j^r = 150,9$
- hodnota podílu denní intenzity činí pro C – $p_j^r = 104,1$

$$k_{t,RPDI,O} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100\%}{103,5} = 0,966$$

$$k_{t,RPDI,N} = 0,917$$

$$k_{t,RPDI,B} = 0,870$$

$$k_{t,RPDI,M} = 0,663$$

$$k_{t,RPDI,C} = 0,961$$

Výpočet ročního průměru denních intenzit pro rameno D:

$$RPDI_{O,D} = I_{t,O,D} \cdot k_{t,RPDI,O} = 361 \cdot 0,966 = 349 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{N,D} = I_{t,O,D} \cdot k_{t,RPDI,N} = 71 \cdot 0,870 = 65 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{B,D} = I_{t,O,D} \cdot k_{t,RPDI,B} = 23 \cdot 0,870 = 20 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{M,D} = I_{t,M,D} \cdot k_{t,RPDI,M} = 0 \cdot 0,663 = 0 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{C,D} = I_{t,C,D} \cdot k_{t,RPDI,C} = 454 \cdot 0,961 = 436 \text{ voz / den}$$

Přepočtové koeficienty na roční průměr denní intenzity pro rameno B zůstávají stejné jako u ramene D.

$$RPDI_{O,B} = I_{t,O,B} \cdot k_{t,RPDI,O} = 1677 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{N,B} = I_{t,O,B} \cdot k_{t,RPDI,N} = 247 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{B,B} = I_{t,O,B} \cdot k_{t,RPDI,B} = 6 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{M,B} = I_{t,M,B} \cdot k_{t,RPDI,M} = 13 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{C,B} = I_{t,C,B} \cdot k_{t,RPDI,C} = 1909 \text{ voz / den}$$

Přepočtový koeficient na roční průměr denní intenzity pro rameno C zůstává stejný jako u ramene B.

$$RPDI_{O,C} = I_{t,O,C} \cdot k_{t,RPDI,O} = 136 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{N,C} = I_{t,O,C} \cdot k_{t,RPDI,N} = 12 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{B,C} = I_{t,O,C} \cdot k_{t,RPDI,B} = 0 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{M,C} = I_{t,M,C} \cdot k_{t,RPDI,M} = 0 \text{ voz / den}$$

$$RPDI_{C,C} = I_{t,C,C} \cdot k_{t,RPDI,C} = 140 \text{ voz / den}$$

Celkový roční průměr denních intenzit pro všechny druhy vozidel z ramene A zjistíme podle následujícího vzorce:

$$RPDI = \sum_A RPDI_A \quad /6/$$

$$RPDI_{A,D,B,C} = \sum_{A,D,B,C} RPDI_{A,D,B,C} = 436 + 1909 + 140 = 2485 \text{ voz/den}$$

Analogicky vypočteme hodnoty ročního průměru denních intenzit pro všechna ramena na řešené křižovatce podle výše uvedeného postupu pro rameno A a dle tab. č. 1, kde je znázorněn celkový počet a druh vozidel vjíždějících do křižovatky.

Z ramene	Do ramene	Celkový RPDI (voz/den)
A	D	436
	B	1909
	C	141
Suma		2485
Z ramene	Do ramene	Celkový RPDI (voz/den)
B	C	869
	A	1902
	D	295
Suma		3066

Z ramene	Do ramene	Celkový RPDl (voz/den)
C	A	166
	D	183
	B	771
Suma		1121
Z ramene	Do ramene	Celkový RPDl (voz/den)
D	B	187
	C	160
	A	499
Suma		846

Tabulka č. 3 – Roční průměry denních intenzit

2.3.5 Stanovení intenzity dopravy ve špičkové hodině

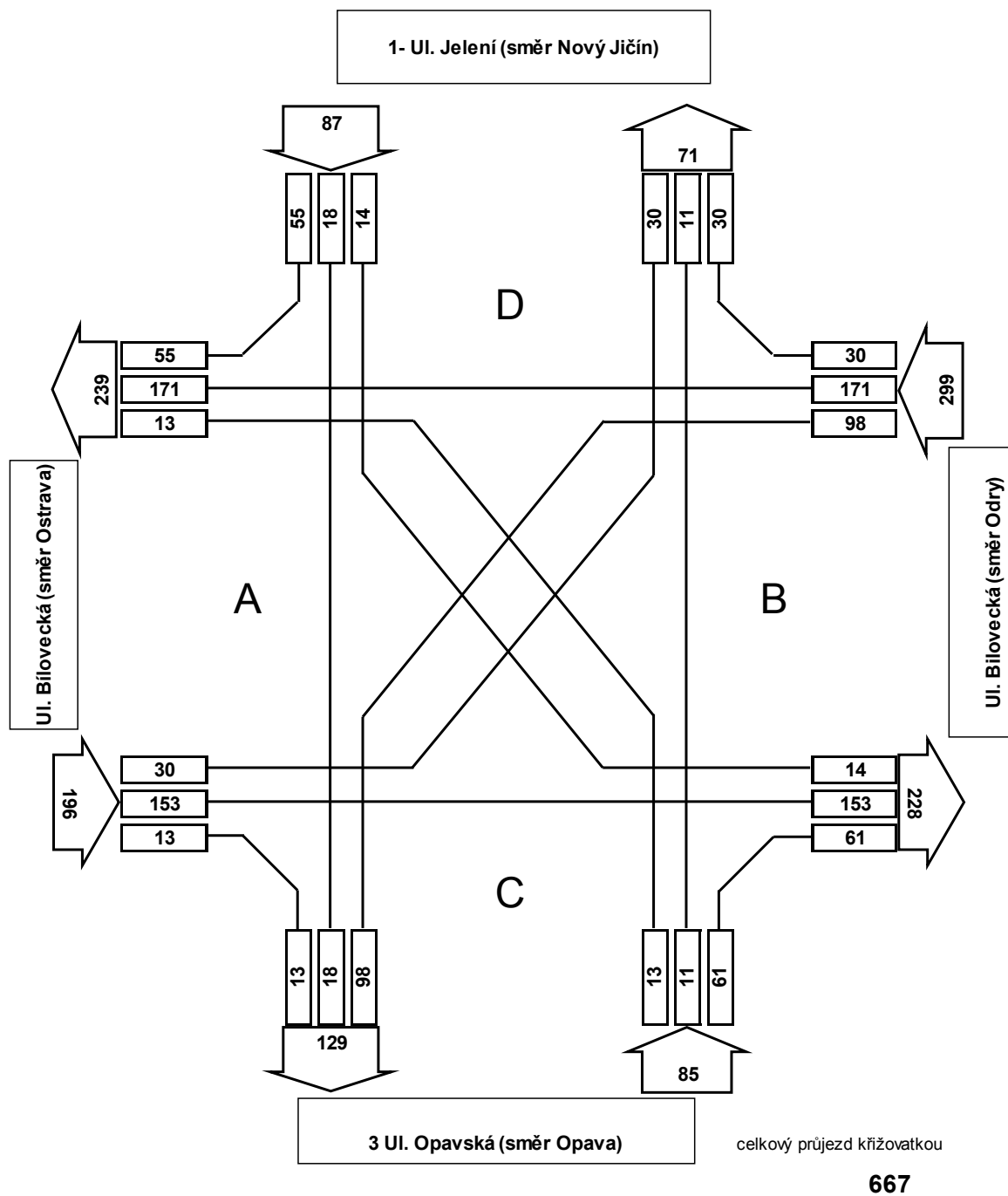
Intenzitu dopravy ve špičkové hodině vypočítáme na základě údajů z vlastního průzkumu. Na základě výpočtu intenzity výskytu vozidel ve špičkové hodině provedeme posouzení kapacity křižovatky dle TP 188 [3].

Určení špičkové hodiny dopravním průzkumem

Z vlastního průzkumu (viz příloha č. 1) určíme špičkovou hodinu. Z tab. č. 4 vyplývá, že špičková hodina je na křižovatce v době od 15:30 do 16:30

Hodinová intenzita dopravy v době průzkumu I_h [voz/h]			I_{sh} [voz/h]				
Datum	Čas	celkem [voz/h]					
20. 5. 2015 - dopoledne	6:30 - 6:45	125	513	528	522	530	526
	6:45 - 7:00	132					
	7:00 - 7:15	122					
	7:15 - 7:30	134					
	7:30 - 7:45	140					
	7:45 - 8:00	126					
	8:00 - 8:15	130					
	8:15 - 8:30	130					
20. 5. 2015 - odpoledne	15:30 - 15:45	169	667	632	601	539	528
	15:45 - 16:00	172					
	16:00 - 16:15	180					
	16:15 - 16:30	146					
	16:30 - 16:45	134					
	16:45 - 17:00	141					
	17:00 - 17:15	118					
	17:15 - 17:30	135					

Tabulka č. 4 – Určení špičkové hodiny



Obr 4 – Grafikon zatížení křižovatky ve špičkové hodině rok 2015

2.3.6 Stanovení denní intenzity cyklistické dopravy

Na základě vlastního dopravního průzkumu (viz příloha č. 2) vypočteme intenzitu cyklistické dopravy dle TP 189 [2]. Denní intenzita cyklistické dopravy se stanoví ze vztahu:

$$I_d = I_a \cdot k_{m,d} \quad /7/$$

Přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu (viz příloha v TP 188).

$$k_{m,d} = 3,36$$

Vzorově provedeme výpočet intenzity cyklistické dopravy z ramene A do jednotlivých ramen D, B, C. Analogicky provedeme výpočet i u ostatních ramen křižovatky.

$$I_{d,c,A} = I_{d,D} \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 3,36 = 0 \text{ cykl / den}$$

$$I_{d,c,A} = I_{d,B} \cdot k_{m,d} = 3 \cdot 3,36 = 10 \text{ cykl / den}$$

$$I_{d,c,A} = I_{d,C} \cdot k_{m,d} = 4 \cdot 3,36 = 13 \text{ cykl / den}$$

Z ramene	Do ramene	Id (cykl/den)
A	D	0
	B	10
	C	13
Z ramene	Do ramene	Id (cykl/den)
B	C	10
	A	0
	D	0
Z ramene	Do ramene	Id (cykl/den)
C	A	3
	D	7
	B	30
Z ramene	Do ramene	Id (cykl/den)
D	B	0
	C	17
	A	7

Tabulka č. 5 – Intenzity cyklistické dopravy

3. VÝHLEDOVÉ INTENZITY DOPRAVY

Výhledová intenzita je intenzita dopravy stanovena prognózou dopravy pro výhledový rok. V našem případě je výhledový rok 2035. Výchozí intenzita dopravy může být stanovena jako hodinová [voz/h], nebo denní [voz/den]. Výběr časového období závisí na účelu, pro který se prognóza intenzit dopravy zpracovává. Níže jsou vypočítány obě možnosti.

Návrhy nového řešení křižovatky jsou modelovány na výhledové období dvaceti let. Prognóza intenzit dopravy se se zjišťuje odděleně pro dvě základní skupiny vozidel. Pro lehká a těžká vozidla. U komunikací, kde se nepočítá s výraznou změnou zdrojů a cílů dopravy lze použít přepočtení růstovými koeficienty, které jsou uvedeny v TP 225 [8]. Pro rok 2035 musí být růstové koeficienty přepočítány (viz tabulka č. 6)

Vzorec pro koeficient prognózy intenzit dopravy:

$$k_p = \frac{k_v}{k_0} \quad /8/$$

kde:

k_p koeficient prognózy intenzit dopravy [-]

k_v koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok (rok 2035)

k_0 koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok, (2015)

Lehká vozidla (O, M)					
$k_{0, 2015}$		$k_{v, 2035}$		$k_{p, 2035}$	
I	II+III	I	II+III	I	II+III
1,10	1,09	1,60	1,54	1,45	1,41

Těžká vozidla (N, A)					
$k_{0, 2015}$		$k_{v, 2035}$		$k_{p, 2035}$	
I	II+III	I	II+III	I	II+III
1,02	1,01	1,15	1,05	1,13	1,04

Tabulka č. 6 – Koeficienty prognózy intenzit dopravy [8]

3.1 Roční průměr denních intenzit v roce 2035

Pro výpočet RPD_I pro rok 2035 využijeme tabulku hodnot RPD_I pro rok 2015 a koeficienty prognózy intenzit dopravy z TP 225 [8], které jsme výše přepočítali (tabulka č. 6)

$$RPD_{I,2035} = RPD_I \cdot k_{p,2035} \quad /9/$$

kde:

$RPD_{I,2035}$ odhad ročního průměru denních intenzit dopravy v roce 2035 [voz/den]

RPD_I výchozí průměr denních intenzit dopravy v roce 2015 [voz/den]

$k_{p,2035}$ koeficient prognózy intenzit dopravy pro rok 2035 [-]

Roční průměr denních intenzit RPD _I 2035 [voz/den]						
rameno	směr	O	N	A	M	SOUČET
A	D	506	73	23	0	602
	B	2432	279	7	18	2737
	C	197	13	0	0	210
B	C	1048	159	3	0	1211
	A	2432	274	7	18	2731
	D	362	42	7	12	423
C	A	219	12	0	0	231
	D	223	7	18	0	249
	B	899	111	0	6	1016
D	B	219	22	3	6	250
	C	169	17	18	0	204
	A	586	52	18	12	668
						10 531 [voz/den]

Tabulka č. 7 – Roční průměr denních intenzit dopravy v roce 2035

3.2 Špičková hodina v roce 2035

$I_{sh, 2035}$ se počítá stejně jako $RPDI_{2035}$. Tabulku hodnot špičkové hodiny pro rok 2015 vynásobíme růstovými koeficienty prognózy intenzit dopravy.

$$RPDI_{2035} = RPDI \cdot k_{p,2035}$$

/10/

Výsledky jsou zaneseny v tabulce č. 8.

Špičková hodina $I_{sh, 2035}$ [voz/hod]						
rameno	směr	O	N	A	M	SOUČET
A	D	32	7	2	0	41
	B	193	21	0	1	216
	C	17	1	0	0	19
B	C	116	20	0	0	136
	A	202	34	0	3	238
	D	36	3	0	3	43
C	A	18	0	0	0	18
	D	11	1	2	0	14
	B	76	7	0	0	83
D	B	18	0	1	0	19
	C	17	4	2	0	23
	A	73	2	1	0	76
						926 [voz/hod]

Tabulka č. 8 – Špičková hodina v roce 2035

4. KAPACITA NEŘÍZENÉ ÚROVŇOVÉ KŘÍŽOVATKY

Kapacita křižovatky je počítána s naměřenými intenzitami dopravy podle provedeného průzkumu z května 2015. Jedná se o hodnoty ve špičkové hodině, které jsou uvedeny v kapitole 3.2, tabulka č. 8. Pro výpočty je nutno tyto intenzity přepočítat pomocí koeficientů na tzv. přepočtená vozidla (tabulka č. 9)

Druh vozidla	M	O	NA	NS	A
koeficient	0,8	1	1,5	2	1,5

Tabulka č. 9 – Přepočtové koeficienty [7]

Podřazenost dopravních proudů

Podle metodiky výpočtu kapacity neřízených úrovňových křižovatek se zohledňují 4 stupně podřazenosti dopravních proudů na průsečné křižovatce.

V tabulce č. 10 je sestaveno pořadí těchto dopravních proudů podle jejich nadřazenosti.

stupeň	charakteristika	Dopravní proudy
1. stupeň	nadřazenost	2, 3, 8, 9
2. stupeň	Jednoduchá podřazenost proudům 1. stupně	1, 6, 7, 12
3. stupeň	Dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	5, 11
4. stupeň	Trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	4, 10

Tabulka č. 10 – Podřazenost jednotlivých dopravních proudů [7]

Rozhodující intenzita nadřazených dopravních proudů I_H

Dalším krokem je potřeba určit rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů I_H . Tato intenzita je nejdůležitější a základní proměnnou při výpočtu základní kapacity vedlejších dopravních proudů.

Hodnoty kritických časových odstupů t_g

Hodnoty kritických časových odstupů určíme podle rychlosti jízdy vozidla na hlavní pozemní komunikaci, dle tabulky č. 11. Rychlost je na hlavní pozemní komunikaci omezena na 50 km/h.

Dopravní proud	Rychlost jízdy na hlavní pozemní komunikaci $v_{85\%}$ - t_g [-]			
	30	50	70	90
7, 1	4,0	4,5	4,9	5,3
6, 12	3,9	4,7	5,5	6,2
5, 11	5,5	6,2	6,9	7,6
4, 10	5,9	6,3	6,7	7,2

Tabulka č. 11 – Hodnoty kritických časových odstupů t_g [7]

Hodnoty následných časových odstupů

Pro výpočet kapacity vedlejších dopravních proudů se použije střední hodnota následných časových odstupů t_f všech řidičů pro dané vnější podmínky. V tabulce č. 12 jsou stanoveny střední hodnoty následného odstupu podle úpravy přednosti v jízdě.

Číslo dopravního proudu	t_f [s]	
	P4	P6
7, 1	2,6	
6, 12	3,1	3,7
5, 11	3,3	3,9
4, 10	3,5	4,1
Legenda: P4 – přednost upravena dopravní značkou č. P4 „Dej přednost v jízdě!“ P6 – přednost upravena značkou č. P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“		

Tabulka č. 12 – Střední hodnoty následného časového odstupu [7]

Dalším krokem je výpočet základní kapacity, kapacita jízdního pruhu druhého stupně (1, 6, 7, 12), kapacita jízdního pruhu třetího stupně (5, 11) a čtvrtého stupně (4, 10), rezerva

kapacity, střední doba zdržení, stupeň vytížení a délka front. Celý postup výpočtu je doložen v příloze č. 4.

Hodnoty následných časových odstupů

K určení úrovně kvality dopravy (ÚKD) na křižovatce slouží kritérium ztrátového času, které je vyjádřeno střední dobou zdržení jednotlivých dopravních proudů. Křižovatku hodnotíme podle stupně ÚKD, který je nejméně příznivý s nejvyšší střední dobou zdržení. Dle tabulky č. 13.

Úrovně kvality dopravy		Střední doba zdržení t_w [s]
Označení	Charakteristika doby zdržení	
A	Doba zdržení velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinelé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	při hodnotě $a_v > 1$

Tabulka č. 13 – Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu d křižovatky [7]

5. ANALÝZY NA ŘEŠENÉ KŘIŽOVATCE

5.1 Analýza dopravní nehodovosti

Součástí diplomové práce je analýza dopravní nehodovosti. V této části se zjistí příčiny dopravních nehod na řešené křižovatce a jejich závažnost.

Informace o dopravní nehodovosti vychází z databáze Policie České republiky (dále jen PČR). Pro grafické znázornění nehod na křižovatce jsem využil informace z Jednotné dopravní vektorové mapy [5]. Dle záznamů PČR se na křižovatce staly celkem 3 nehody v období od 1. 1. 2010 do 31. 10. 2015. Je třeba upozornit na skutečnost, že informace o nehodách nejsou úplné, jelikož řidiči nemají povinnost hlásit dopravní nehodu PČR, pokud škoda na některém ze zúčastněných vozidel nebo přepravovaných věcech nepřesahuje 100 000 Kč, nedošlo ke zranění nebo usmrcení osoby, nevznikla hmotná škoda na majetku další osoby, a to od 1. 1. 2009.



Obr. 5 – Označení dopravních nehod na křižovatce [3]

Seznam dopravních nehod, je uveden v následující tabulce č. 9:

Rok	Příčina	Datum a čas nehody	Účastníci	Následek
2010	Přednost	9. 8. 2010 pondělí 14:15	střet dvou OA	1 lehce zraněná osoba
2011	Přednost	7. 5. 2011 sobota 7:35	Střet dvou OA	1 lehce zraněná osoba
2013	Přednost	15. 6. 2013 sobota 10:25	Střet dvou OA	1 lehce zraněná osoba

Tabulka č. 9 – Seznam dopravních nehod

Všechny nehody ve sledovaném období se staly z důvodu neuposlechnutí příkazu „Stůj, dej přednost v jízdě!“.

Pro větší přehled jsou v příloze č. 9 vypsány nehody za období 1. 1. 2007 do 31. 10. 2015.

5.2 Relativní nehodovost

Jde o nejběžněji používané kritérium pro hodnocení bezpečnosti pozemních komunikací. Hodnota relativní nehodovosti určuje pravděpodobnost vzniku nehody na daném úseku komunikace, a to ve vztahu k jízdnímu výkonu. [6]

$$R = (N_o / 365 \cdot I \cdot t) \cdot 10^6 \quad /11/$$

kde:

R relativní nehodovost [počet DN/mil. voz]

N_o celkový počet nehod ve sledovaném období t

I průměrná denní intenzita provozu [vozidel/24 hodin]

t sledované období [roky]

Rok	Počet DN	DN/mil. voz
2010	1	0,36
2011	1	0,36
2012	0	0,00
2013	1	0,36
2014	0	0,00
2015	0	0,00

Tabulka č. 10 – Relativní nehodovost 2010 až 2015

Ukazatel nehodovosti je relativní hodnotou a obvykle se pohybuje v intervalu 0,1 – 0,9. Vyšší hodnota poukazuje na určité nedostatky z hlediska bezpečnosti provozu, hodnota vyšší než 1,6 pak na zásadní nedostatek v bezpečnosti provozu. [6]

Z výsledků výpočtů relativní nehodovosti můžeme usoudit, že jde o relativně bezpečnou křižovatku.

5.3 Videoanalýza konfliktních situací

Konfliktní situace je takový okamžik a situace v silničním provozu, kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě předchází konfliktní situace. Dopravní nehoda je vlastně důsledek takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit. Konfliktní situace jsou tedy potenciální nehodové situace. [6]

Inspirován metodikou vyvinul v roce 1972 vlastní metodiku sledování konfliktních situací doc. Ing. Jan Folprecht, Ph. D. Zvolil tři stupně závažnosti konfliktních situací:

1. Nejnižší stupeň – situace, které lze považovat za potenciální konfliktní situace, tj., kdy jde o porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem dopravy (tzn. bez přítomnosti jiných, které by mohla taková akce ohrozit)
2. Stupeň – situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu, tzn. anomálie, které nevyvolávají násilnou reakci, ale váhání, agresivita či prostě chybné jednání je zřejmé a má za následek reakci dalších účastníků
3. Nejvyšší stupeň – situace, kdy jedině prudká úhybná akce (ostré brzdění nebo náhlé vybočení) zamezí střetu

V ostatních případech již dojde k dopravní nehodě, což je mnohdy označováno jako 4. stupeň závažnosti [6]

Pozorované konfliktní situace jsou zapisovány pomocí trojmístného klasifikačního symbolu složeným z číslice, písmen a opět z číslice. Symbol tímto způsobem sestavený postihuje účastníky konfliktu (tabulka č. 11), způsob konfliktu (tabulka č. 12) a míru závažnosti konfliktu (tabulka č. 13). [6]



Obr. 6 – Ukázka klasifikačního symbolu

Kategorie:	Znak:
chodec	1
cyklista	2
automobil	3
chodec, automobil	4
cyklista, automobil	5
automobil, automobil	6

Tabulka č. 11 – Klasifikace podle účastníků (1. znak) [6]

Kategorie:	Znak:
možnost střetu s příčně jedoucím	A
možnost střetu s protijedoucím	B
možnost střetu ve stykovém bodě	C
možnost střetu najetím zezadu	D
možnost střetu se souběžně jedoucím	E
Zavinil chodec	ch
zavinil cyklista	c
zavinilo vozidlo	v
objíždění čekajícího vozidla	o
nevhodné vyčkávání na stop čáře	s
přecházení mimo přechod	p
špatný způsob jízdy	j

Tabulka č. 12 – Klasifikace podle způsobu konfliktu (2. znak) [6]

Kategorie:	Kritérium:	Znak:
potenciální konfliktní situace (bez reakce)	zvýšení plynulosti provozu nebo akce bez možných následků	1
konfliktní situace (bez násilné reakce)	narušení provozu nebo bez reakce, ale s možnými následky	2
konfliktní situace (ostrá reakce)	úhybná akce – prudké brzdění nebo náhlé vybočení	3

Tabulka č. 13 – Klasifikace podle závažnosti (3. znak) [6]

5.3.1 Výsledky analýzy konfliktních situací

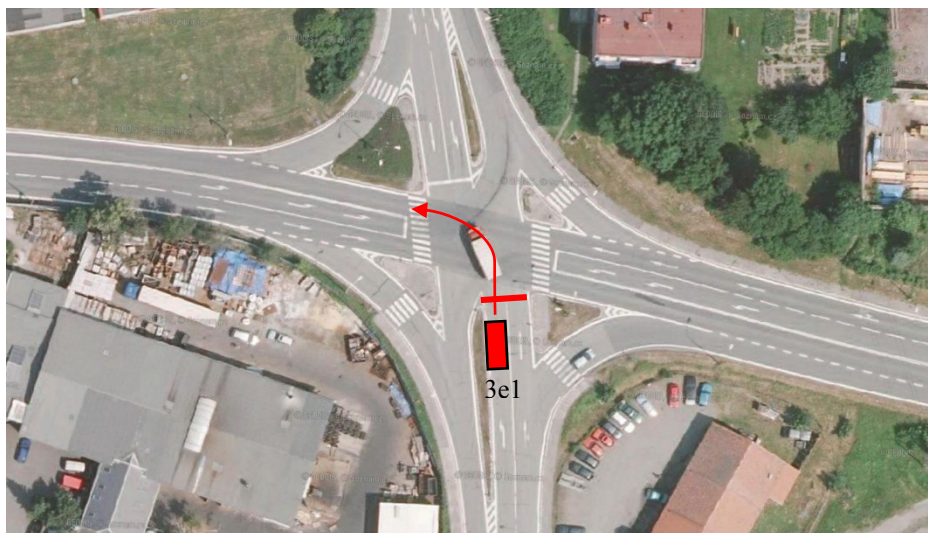
Analýza byla provedena z videozáznamu křižovatky provedeného 20. 5. 2015 od 15:30 do 16:30 h, tedy ve špičkové hodině. Videoanalýzu jsem provedl samostatně. Nahrávku bylo možné stopovat a důkladně prověřit. Bylo zaznamenáno 8 konfliktních situací. Tyto situace jsou přesněji popsány a seřazeny v tabulce č. 14.

Symbol	Počet	1. znak	2. znak	3. znak
1p2	1	chodec	Přecházení mimo přechod	Konfliktní situace (bez násilné reakce)
3A2	1	automobil	Možnost střetu s příčně jedoucím	Konfliktní situace (bez násilné reakce)
3e1	2	automobil	Nevhodné vyčkávání na stop čáře	Potenciální konfliktní situace (bez reakce)
3j1	1	automobil	Špatný způsob jízdy	Potenciální konfliktní situace (bez reakce)
4ch1	1	Chodec, automobil	Zavinil chodec	Potenciální konfliktní situace (bez reakce)
5c1	1	Cyklista, automobil	Zavinil cyklista	Potenciální konfliktní situace (bez reakce)
6A3	1	Automobil, automobil	Možnost střetu s příčně jedoucím	Konfliktní situace (ostrá reakce)

Tabulka č. 14 – Konfliktní situace

5.3.2 Schéma konfliktních situací

Na obrázku můžeme vidět schéma nejčastější konfliktní situace, která je označena symbolem 3e1. Jedná se o situaci, kdy automobil nevhodně stojí na stopčáře, a tudíž nemá vhodné rozhledové poměry před průjezdem křižovatkou a hrozí následný střet s příčně jedoucím vozidlem ve směru z Oder na Ostravu.



Obr. 7 – konfliktní situace 3e1 (automobil nevhodně stojí na stopčáře)

6. NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ NA KŘÍŽOVATCE A VYHODNOCENÍ

Z hlediska kapacity je stávající stav křižovatky vyhovující. Tyto intenzity se od roku 2009 výrazně snížily, jelikož byl v těch letech otevřen obchvat okolo Fulneku, který se napojuje na dálnici D1. Křižovatka stále ovšem nevyhovuje z hlediska bezpečnosti. Největším problémem na křižovatce je na Rameni C. Vozidla jedoucí od Nového Jičína směrem na Opavu nebo Odry mají zhoršené rozhledové poměry, protože je Rameno mírně zatočené a řidiči ve výhledu brání oplocení průmyslového areálu firmy BETRIM s.r.o. Dalším problémem je větší šířka hlavní komunikace, která svádí k rychlejšímu průjezdu křižovatkou. I když se křižovatka nachází v obci, není zde dodržována dovolená maximální rychlost 50 km/h.

V této části diplomové práce se seznámíme se třemi návrhy úprav řešené křižovatky. První návrh počítá s osazením stávající křižovatky světelným signalizačním zařízením (dále jen SSZ). Další dvě varianty řeší změnu stávající průsečné křižovatky na okružní křižovatky. Všechny návrhy respektují okolní zástavbu a při stavebních úpravách jsou využívány pouze pozemky města Fulnek.

6.1 *Varianta A – Návrh SSZ*

Varianta byla provedena v souladu s *TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu na pozemních komunikacích [7]*. Návrh situace je zanesen ve výkrese č. 1.2

6.1.1 *Návrh geometrie*

Křižovatka nebude stavebně nijak upravována. Dojde jen k úpravám vodorovného dopravního značení (dále jen VDZ). Jedná se o posunutí stopčár dále od středu křižovatky a doplnění VDZ typu V6a (příčná čára souvislá se symbolem dej přednost v jízdě) na pravá odbočná ramena křižovatky.

Návěstidla

VA1 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni A pro pravé odbočení

VA2 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni A pro směr přímý. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VA3 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni A pro levé odbočení. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VB1 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni B pro pravé odbočení

VB2 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni B pro směr přímý. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VB3 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni B pro levé odbočení. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VC1 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni C pro pravé odbočení

VC2 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni C pro směr přímý. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VC3 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni C pro levé odbočení. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VD1 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni D pro pravé odbočení

VD2 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni D pro směr přímý. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

VD3 - tříbarevné návěstidlo s plným kruhovým signálem řídící provoz na rameni D pro levé odbočení. Návěstidlo je umístěno na výložníku.

PA1, PA2, PB1, PB2, PC, PD – návěstidla signálů přechodů pro chodce. Mají dvě světelná pole umístěna nad sebou. Červený signál „Stůj!“ ve tvaru stojícího chodce nahoře (S9a) a zelený signál „Volno“ ve tvaru kráčejícího chodce dole (S9b). Návěstidla signálu jsou umístěna na protilehlých stranách chodníků.

6.1.2 Kapacitní výpočet pro křižovatku řízenou SSZ

Výpočet kapacity křižovatky je v souladu s *TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek [8]*. Kompletní výpočet je uveden v příloze č. 6

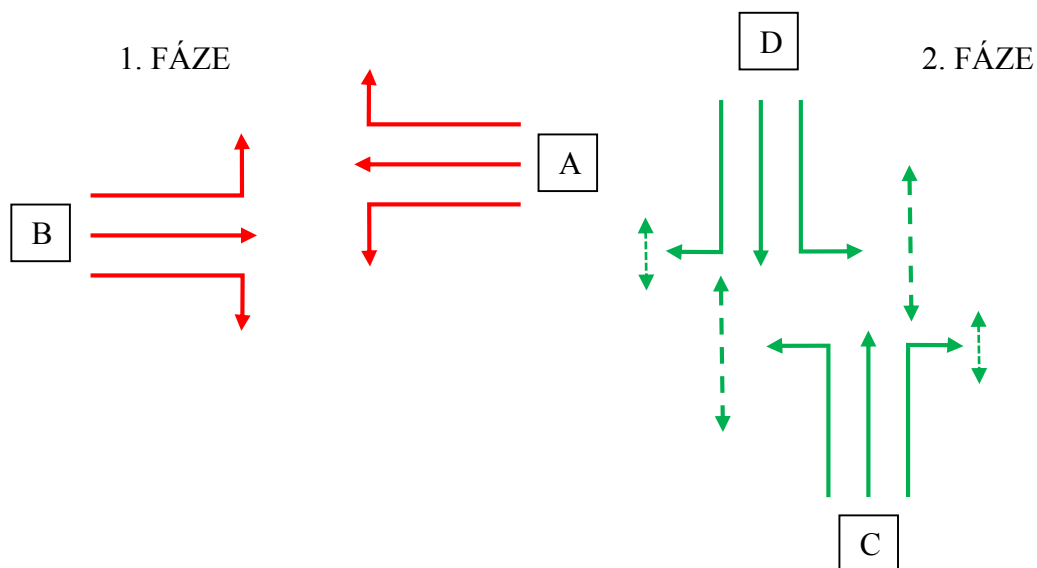
Postup výpočtu

Návrh posuzujeme pro výhledový rok 2035. Pro posouzení kapacity světelně řízené křižovatky musíme znát návrh signálního plánu:

- Počet a pořadí fází,
- Přiřazení signálních skupin do jednotlivých fází,
- Délka cyklu
- Délky jednotlivých zelených signálů

Fázové schéma

Fázové schéma vychází ze situačního řešení křižovatky, z geometrických poměrů na křižovatce, organizace dopravy a z intenzit dopravy. Fázové schéma řešené křižovatky je na obrázku 8. Plná čára značí pohyb vozidel a přerušovaná čára pohyb chodců.



Obr. 8 – Dvoufázové schéma

Délka cyklu

Délka cyklu určuje dobu zeleného signálu pro jednotlivé fáze na návěstidle a počítá i s mezičasem mezi jednotlivými fázemi. K tomuto výpočtu je potřeba znát kolizní plochy jednotlivých dopravních proudů, které jsou znázorněny ve výkresech č. 1.2A, B, C. Pomocí kolizních ploch jsou vypočítány jednotlivé mezičasy (viz příloha č. 6)

Délka cyklu je 48 sekund a délky jednotlivých zelených a mezičasů jsou zaneseny v signálním plánu na obrázku č. 9.

	Délka cyklu $t_c = 48$ s																																															
návěstidlo	$z_1 = 24$ s																								$t_m=9$ s								$z_2 = 8$ s								$t_m=7$ s							
VA1,2,3; VB1,2,3																																																
VC1,2,3; VD1,2,3																																																
PA1,2; PB1,2; PC; PD																																																

Obr. 9 – Signální plán

Kapacita světelně řízené křižovatky

Kapacita křižovatky je dobrá. Pro posouzení ÚKD je kritériem ztrátový čas vyjádřený střední dobou zdržení na jednotlivých vjezdech do křižovatky. Kompletní postup posouzení ÚKD na křižovatce je součástí přílohy č. 6

6.2 Varianta B – okružní křižovatka

Okružní křižovatky se od jiných typů úrovnových křižovatek poměrně liší. Na okružní křižovatku vjíždějí všechna vozidla odbočením vpravo a pohybují se jednosměrně po okružním pásu proti směru hodinových ručiček. Křižovatku opouštějí opět odbočením vpravo. Okružní křižovatky jsou bezpečnějším řešením než neřízené průsečné úrovnové křižovatky.

6.2.1 Návrh geometrie

Návrh křižovatky je zakreslen ve výkrese č. 2.1 a návrh dopravního značení je ve výkrese č. 2.2.

Okružní křižovatka je jednopruhová s jedním pásem na okruhu a s jedním pojížděným prstencem. Všechny vjezdy a výjezdy z křižovatky jsou jednopruhové. Geometrie byla ověřena vlečnými křivkami směrodatného vozidla v programu AutoTURN (viz výkres č. 2.3)

Rozměry:

Vnější průměr:	27,6 m
Vnitřní průměr:	10,0 m
Šířka jízdního pásu na okruhu:	6,8 m
Šířka prstence:	2,0 m

Rameno A

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 18,45 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,3 m a poloměr 30,40 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 7 m. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno B

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 24,2 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,0 m a poloměr 34,85 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci

ochrannou. Má délku 7 m. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno C

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,85 m a poloměr 22,45 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,3 m a poloměr 15,0 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 7 m. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno D

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,25 m a poloměr 46,7 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,0 m a poloměr 15,1 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 10 m a šířku 2,5 m v místě přechodu. Šířka přechodu pro chodce je 3 m. Celý ostrůvek i přechod pro chodce má příslušné bezbariérové prvky, mezi které patří vodící pásy, varovné pásy a obruba snížená na 20 mm nad vozovku. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Bypass na rameni C a D

Na ramenech C a D je navrženo spojovací větev s průběžnými pruhy na rameni A a B, jedná se o tzv. bypass. Zřízením bypassu dojde ke zvýšení kapacity ramen C a D. Kapacitu nebylo třeba navyšovat, ale bypassy jsem navrhl z důvodu využití stávajících odbočných ramen na průsečné křižovatce. Šířka bypassu je 4,8 m a na rameni D je přes tento bypass navržen přechod pro chodce v šířce 3 m.

Komunikace pro pěší a cyklisty

Nově navržené chodníky navazují na stávající chodníky šířky 2,0 m. V místech přechodů pro chodce je chodník opatřen varovným pásem, signálním pásem a sníženou obrubou na výšku 20 mm nad vozovkou.

Nové cyklostezky kopírují trasu chodníků, jsou široké 2,0 m a od chodníků jsou odděleny profilovanou dlažbou v šířce 400 mm

6.2.2 Kapacitní posouzení okružní křižovatky

Výpočet je proveden v souladu s *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek [9]*
Kompletní výpočet je v příloze č. 7

Navržená křižovatka se kapacitně posuzuje na výhledové intenzity dopravy. V našem případě se jedná o výhledové období 20 let. Kapacita okružní křižovatky se počítá s výhledem na rok 2035.

Zhodnocení kapacity okružní křižovatky

Kapacita křižovatky je velmi dobrá. Všechny vjezdy i výjezdy splňují stupeň A ÚKD pro výhledový rok 2035.

6.3 Varianta C – okružní křižovatka

6.3.1 Návrh geometrie

Návrh křižovatky je zakreslen ve výkrese č. 3.1 a návrh dopravního značení je ve výkrese č. 3.2.

Okružní křižovatka je jednopruhová s jedním pásem na okruhu a s jedním pojížděným prstencem. Všechny vjezdy a výjezdy z křižovatky jsou jednopruhové. Geometrie byla ověřena vlečnými křivkami směrdatného vozidla v programu AutoTURN (viz výkres č. 3.3)

Rozměry:

Vnější průměr:	38 m
Vnitřní průměr:	21 m
Šířka jízdního pásu na okruhu:	6,5 m
Šířka prstence:	2,0 m

Rameno A

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 26,1 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,75 m a poloměr 19,85 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 15 m a šířku 2,2 m v místě přechodu. Šířka přechodu pro chodce je 3 m. Celý ostrůvek i přechod pro chodce má příslušné bezbariérové prvky, mezi které patří vodící pásy, varovné pásy a obruba snížená na 20 mm nad vozovku. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno B

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 29,0 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,75 m a poloměr 27,25 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 10 m. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno C

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 33,35 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,75 m a poloměr 49,75 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 10 m. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Rameno D

Šířka jízdního pásu na vjezdu je 4,5 m a poloměr 18,7 m. Šířka jízdního pásu na výjezdu je 4,75 m a poloměr 19,85 m. Střední dělicí ostrůvek je trojúhelníkový a plní funkci ochrannou. Má délku 15 m a šířku 2 m v místě přechodu. Šířka přechodu pro chodce je 3 m. Celý ostrůvek i přechod pro chodce má příslušné bezbariérové prvky, mezi které patří vodící pásy, varovné pásy a obruba snížená na 20 mm nad vozovku. Ostrůvek bude lemován kamennou dlažbou s nášlapem 200 mm, vnitřní prostor ostrůvku bude zatravněn.

Komunikace pro pěší a cyklisty

Nově navržené chodníky navazují na stávající chodníky šířky 2,0 m. V místech přechodů pro chodce je chodník opatřen varovným pásem, signálním pásem a sníženou obrubou na výšku 20 mm nad vozovkou.

Nové cyklostezky kopírují trasu chodníků, jsou široké 2,0 m a od chodníků jsou odděleny profilovanou dlažbou v šířce 400 mm

6.3.2 Kapacitní posouzení okružní křižovatky

Výpočet je proveden v souladu s *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek [9]*
Kompletní výpočet je v příloze č. 8

Navržená křižovatka se kapacitně posuzuje na výhledové intenzity dopravy. V našem případě se jedná o výhledové období 20 let. Kapacita okružní křižovatky se počítá s výhledem na rok 2035.

Zhodnocení kapacity okružní křižovatky

Kapacita křižovatky je velmi dobrá. Všechny vjezdy i výjezdy splňují stupeň A ÚKD pro výhledový rok 2035.

6.4 Multikriteriální hodnocení variant

Nyní všechny 3 varianty porovnáme podle několika hledisek a výslednou variantu doporučíme k realizaci.

Systém hodnocení

Zvolený systém přiřazuje každému hodnotícímu kritériu číslo od 1 do 5. V tom to případě 5 znamená nevyšší důležitost hodnotícího kritéria. Varianta, která bude mít v součtu nejvíce bodů, by měla být dle mého zvoleného systému nejvhodnější variantou úpravy řešené křižovatky ve Fulneku.

Hodnotící kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Stupeň ÚKD	3	5	5
Bezpečnost provozu	3	4	5
Bezpečnost chodců a cyklistů	3	4	4
Plynulost provozu	2	5	4
Časová náročnost realizace	5	3	4
Zásah do okolí	5	3	4
Suma	21	24	27

Tabulka č. 15 – Multikriteriální hodnocení variant

Doporučená varianta

Podle hodnocení variant jsem došel k závěru, že nejvhodnější z hlediska mých hodnotících kritérií je varianta C, tedy návrh okružní křižovatky. Musíme ale brát ohled na skutečnost, že hodnocení je subjektivní a každá varianta má své výhody a nevýhody.

7. SIMULAČNÍ MODEL V PROGRAMU PTV VISSIM

PTV VISSIM je software pro mikroskopické simulace osobní a veřejné hromadné dopravy. Díky vysoké detailnosti zpracování dokáže VISSIM simulovat městský provoz ale i úseky dálnic včetně mimoúrovňových křižovatek a to vše s vysokou přesností.

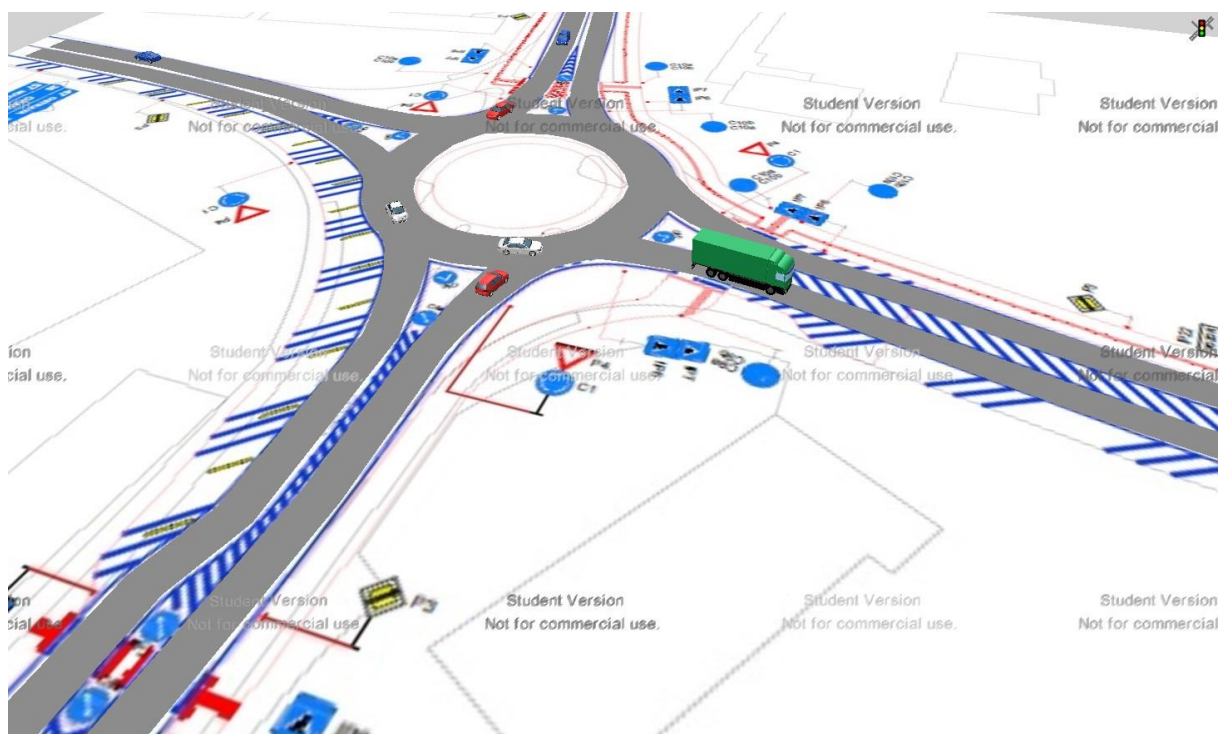
VISSIM propojuje dopravní inženýrství s možností prezentace výsledků ve 3D animacích, které najdou uplatnění nejen u profesionálů z oblasti dopravních systémů, ale také pro prezentování dopravní účinnosti navrhovaných řešení např. zástupců samosprávy. VISSIM – inteligentní technologie pro realistické simulace. [10]

Simulace jsou možné pustit v programu PTV VISSIM a jsou součástí přílohy č. 10 na CD. Namodelován je stávající stav a varianta C, která byla zvolena jako nejvhodnější varianta úpravy křižovatky.

7.1 Ukázky simulací křižovatky



Obr. 9 – Simulace stávajícího stavu křižovatky



Obr. 10 – Simulace navrhované varianty C

8. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Bílovecká – Opavská – Jelení ve Fulneku. Provedené analýzy ukázaly, že stávající stav křižovatky je z hlediska kapacity vyhovující, ale z hlediska bezpečnosti silničního provozu poukázaly na určité problémy.

Byly navrženy 3 varianty, které ukazují, jak by bylo možné zlepšit bezpečnost silničního provozu, ale také zvýšit kapacitu křižovatky.

Varianta A počítá s návrhem křižovatky řízené světelným signalizačním zařízením. Jedná se o poměrně ekonomickou variantu, jelikož by se křižovatka nemusela významně stavebně upravovat a stačilo by jí jen osadit SSZ. Zvýšila by se bezpečnost chodců, kteří přecházejí přes hlavní komunikaci, protože jsou zde přechody v délce 12 m. Z hlediska plynulosti dopravy to však není ideální řešení.

Variantou B navrhuji přestavět stávající průsečnou křižovatku na okružní křižovatku s bypassem na rameni D a C. Prostorově je křižovatka menší než Varianta C. Díky menším rozměrům bylo možné využít stávající odbočná ramena průsečné křižovatky pro bypassy okružní křižovatky. Z hlediska kapacity je tato varianta výhodná, ale její menší rozměry mají za následek nižší komfort při průjezdu křižovatkou než u Varianty C.

Vzhledem k celkovému multikriteriálnímu hodnocení, se jako nejvhodnější varianta úpravy křižovatky jeví Varianta C. Okružní křižovatka je vyhovující z kapacitního i bezpečnostního hlediska. Chodcům i cyklistům je zajištěna dostatečná bezpečnost. Křižovatka vyhovuje všem nárokům na zvýšení plynulosti a bezpečnosti silničního provozu a jejího okolí.

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing Vladislavovi Křivdovi, Ph.D. z VŠB – Technické univerzity Ostrava za odborné vedení. Děkuji své rodině a přítelkyni za podporu a tvorbu vhodných podmínek pro úspěšné dokončení mého studia.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN 73 6110. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [2] Technické podmínky TP 189: *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*, 2. vydání. Liberec: EDIP s.r.o., 2012
- [3] Technické podmínky TP 188: *Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek*, 1. vydání. Liberec: EDIP s.r.o., 2008.
- [4] TP 225. *Prognóza intenzit automobilové dopravy*. 2. vyd. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012. Dostupné z: <http://pjp.k.cz/TP%20225II.pdf>
- [5] *Jednotná dopravní vektorová mapa*[online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2006, 2015 [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [6] Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8
- [7] Technické podmínky TP 81: *Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích*. 2. vydání, Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9
- [8] TP 235: *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek*. 1. vydání. Liberec: EDIP s.r.o., 2011.
- [9] TP 234 *Posuzování kapacity okružnick křižovatek*. 1. vydání. Liberec: EDIP s.r.o., 2011. ISBN 978-80-87394-02-01.
- [10] *PTV Vissim* [online]. UK: PTV Group, 2015, 2015-11-01 [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/>
- [11] *Mapy.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=17.8968338&y=49.7190614&z=11&source=muni&id=4620>
- [12] ČSN 73 6201. *Projektování mostních objektů*. Praha: Český normalizační institut, 2008.

Seznam obrázků

- Obr. 1 – Silniční síť zájmové lokality
Obr. 2 – Letecký pohled na křižovatku
Obr. 3 – Značení ramen křižovatky pro dopravní průzkum
Obr. 4 – Grafikon zatížení křižovatky ve špičkové hodině rok 2015
Obr. 5 – Označení dopravních nehod na křižovatce
Obr. 6 – Ukázka klasifikačního symbolu
Obr. 7 – konfliktní situace 3e1 (automobil nevhodně stojí na stopčáře)
Obr. 8 – Dvoufázové schéma
Obr. 9 – Signální plán
Obr. 9 – Simulace stávajícího stavu křižovatky
Obr. 10 – Simulace navrhované varianty C

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 – Celkový počet vozidel vjíždějících do křižovatky v době od 6:30 do 8:30 h a od 15:30 do 17:30 h, (lehké nákladní automobily LN a střední a těžké automobily STN uvedené v příloze č. 1 byly zařazeny dále ve výpočtu do společné skupiny N)
- Tabulka č. 2 – Celkový počet cyklistů vjíždějících do křižovatky v době od 6:30 do 8:30 h a od 15:30 do 17:30 h
- Tabulka č. 3 – Roční průměry denních intenzit
- Tabulka č. 4 – Určení špičkové hodiny
- Tabulka č. 5 – Intenzity cyklistické dopravy
- Tabulka č. 6 – Koeficienty prognózy intenzit dopravy
- Tabulka č. 7 – Roční průměr denních intenzit dopravy v roce 2035
- Tabulka č. 8 – Špičková hodina v roce 2035
- Tabulka č. 9 – Přepočtové koeficienty
- Tabulka č. 10 – Podřazenost jednotlivých dopravních proudů
- Tabulka č. 11 – Hodnoty kritických časových odstupů t_g
- Tabulka č. 12 – Střední hodnoty následného časového odstupu
- Tabulka č. 13 – Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu d křižovatky
- Tabulka č. 14 – Seznam dopravních nehod
- Tabulka č. 15 – Relativní nehodovost 2010 až 2015
- Tabulka č. 16 – Klasifikace podle účastníků (1. znak)
- Tabulka č. 17 – Klasifikace podle způsobu konfliktu (2. znak)
- Tabulka č. 18 – Klasifikace podle závažnosti (3. znak)

Tabulka č. 19 – Konfliktní situace

Tabulka č. 20 – Multikriteriální hodnocení variant

Seznam příloh

- Příloha č. 1 - Vlastní dopravní průzkum prováděný od 6:30 do 8:30 ráno a 15:30 do 17:30 odpoledne
- Příloha č. 2 - Intenzita cyklistů na křižovatce
- Příloha č. 3 - Intenzita chodců na přechodech
- Příloha č. 4 - Výpočet kapacity neřízené úrovně křižovatky
- Příloha č. 5 - Statistické vyhodnocení nehodovosti v období 1.1.2007 – 31.7.2015
- Příloha č. 6 - Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ
- Příloha č. 7 - Výpočet kapacity okružní křižovatky (varianta B)
- Příloha č. 8 - Výpočet kapacity okružní křižovatky (varianta C)
- Příloha č. 9 - Evaluation from PTV VISSIM
- Příloha č. 10 - CD s diplomovou prací včetně příloh a výkresů

Seznam výkresů

- 1.1 SITUACE STÁVAJÍCÍ STAV
- 1.2 SITUACE VARIANTA A – NÁVRH SSZ
- 1.2A, B, C KOLIZNÍ PLOCHY NA STÁVAJÍCÍ KŘÍŽOVATCE
- 2.1 SITUACE STAVEBNÍ ÚPRAV VARIANTA B
- 2.2 SITUACE DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ VARIANTA B
- 2.3 VLEČNÉ KŘIVKY SMĚRODATNÉHO VOZIDLA VARIANTA B
- 2.4 ROZHLEDOVÉ POMĚRY VARIANTA B
- 3.1 SITUACE STAVEBNÍCH ÚPRAV VARIANTA C
- 3.2 SITUACE DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ VARIANTA C
- 3.3 VLEČNÉ KŘIVKY SMĚRODATNÉHO VOZIDLA VARIANTA C
- 3.4 ROZHLEDOVÉ POMĚRY VARIANTA C
- 4 DRÁHY NEJRYCHLEJŠÍHO PRŮJEZDU VARIANTA B, C